

Buntmetallurgische Prozesse aus mittelalterlichen Bergbausiedlungen im internationalen Vergleich mit einem Ausblick auf die (exquisiten) Ernährungsgewohnheiten der Dippoldiswalder und Freiburger Bergleute

Matthias Schubert
& Christoph Herbig

Archäologische Untersuchungen in mittelalterlichen Bergbaustädten bringen immer wieder Hinterlassenschaften von buntmetallurgischen Werkstätten zutage. Überreste technischer Anlagen, für die Metallurgiekette typische Funde wie Erze und Schlacken oder technische Keramik, können Hinweise auf metallurgische Tätigkeiten liefern, die innerhalb der Bergbausiedlungen erfolgten. In erster Linie stand die Silbergewinnung im Vordergrund, die wiederum verschiedene Arbeitsschritte von der Erzaufbereitung bis zum Endprodukt bedingt. Ausgehend von den jüngsten Erkenntnissen aus den sächsischen Bergbaustädten Dippoldiswalde¹ und Freiberg² (Farbtafel 2,1) soll ein internationaler Vergleich von Arbeitsabläufen buntmetallurgischer Prozesse gegeben werden. Historische Abbildungen zum Hüttenwesen existieren praktisch nur aus der Zweiten Bergbauperiode, die zwar oft, aber nicht immer, auch auf das Mittelalter anwendbar sind. Die Deutung technischer Anlagen und Funde ist daher meist nur mithilfe von naturwissenschaftlichen Untersuchungen und Analogien entsprechender Relikte aus zeitgleichen Montanrevieren möglich.

Neben den technischen Arbeitsabläufen der Silbergewinnung soll im zweiten Teil des Beitrags noch ein weiterer Aspekt beleuchtet werden, der unmittelbar mit der rasanten Steigerung des Finanzvermögens von Bergleuten, Grubenbesitzern und Bergstädten zusammenhängt. Dies lässt sich anhand der in die Bergbaustädte und -siedlungen importierten Waren ablesen. Hierzu zählen auch Nahrungsmittel, die mittels der Analyse botanischer Makroreste wertvolle Informationen zur Ernährung der Bergleute im 12. und 13. Jahrhundert liefern. Mit den beiden Rettungsgrabungen in Dippoldiswalde („Roter Hirsch“)³ und Freiberg („Am Marstall/Nonnengasse“)⁴ konnten dazu erstmals auch mittelalterliche Bergstädte im Erzgebirge archäobotanisch untersucht werden, die auf eine ausgewogene und insbesondere für Freiberg recht exquisite Ernährung hindeuten.

Die Erzaufbereitung als erster Arbeitsschritt, nachdem das erzhaltige Gestein zutage gefördert wurde, umfasst mehrere Arbeitsabläufe, bis diese aufgeschmolzen/verhüttet werden konnten. Auf sogenannten Unterlegsteinen wurden die Erze zunächst vorsortiert und vom tauben Gestein getrennt. Kleine charakteristische muldenartige Vertiefungen auf der Oberfläche der Werksteine zeugen von dieser manuellen Scheidearbeit, deren Ziel es war, die silber- und bleiarmen Erze von den wertvolleren Silberträgern oder vom Bleiglanz (PbS) zu trennen. Angesichts eines Silbergehalts von lediglich bis zu 1% war dies sicher eine mühevollere Prozedur, bei der zunächst große Massen aufbereitet werden mussten, um überhaupt einen zählbaren Gewinn zu erzielen.⁵ Ein Unterlegstein aus den hochmittelalterlichen Silberbergwerken Dippoldiswalde, der in einem Gangabbau geborgen wurde, deutet darauf hin, dass bereits eine untätige Vorsortierung auch unter äußerst begrenzten Lichtverhältnissen stattgefunden haben könnte (Farbtafel 2,2).⁶ Praktischerweise erfolgte dieser händische Scheidevorgang jedoch direkt neben den Bergwerken oder in deren unmittelbaren Umgebung, was drei Unterlegsteinfragmente aus der Rettungsgrabung am „Roten Hirsch“ in Dippoldiswalde nahelegen, die man in einem Grubenhaus entsorgt hat.⁷ Unterlegsteine

Händische/mechanische Erzaufbereitung – Scheidearbeit, Mahlvorgang und Erzwaschen

1 In Dippoldiswalde gelang 2013 mit der Rettungsgrabung am „Roten Hirsch“ der Nachweis einer hochmittelalterlichen Bergbausiedlung vor den einstigen Toren der Altstadt, in der die Bergleute in unmittelbarer Umgebung ihrer Bergwerke gelebt haben (Schubert/Wegner 2015; Schubert 2016, 163f.).

2 Im Zuge der Rettungsgrabung „Am Marstall/Nonnengasse“ wurden 2014 im Bereich der Oberstadt von Freiberg erstmals buntmetallurgische Ofenreste innerhalb der Altstadt freigelegt (Schubert/Bertuch 2016).

3 Schubert 2016, 163f.

4 Ebenda, 166f.

5 Demner/Hrubý/Schubert 2016, 223.

6 Scholz 2013, 243; Smolnik 2014a, 242.

7 Schubert/Wegner 2015, 235.

sind aus vielen Montanregionen Europas von der Bronzezeit bis zur Neuzeit bekannt, aus dem Mittelalter liegen zudem zahlreiche Vergleichsfunde vor.⁸ Anschauliche Illustrationen dazu finden sich auf dem Titelblatt des Kuttenberger Kanzionale oder Graduale, das um 1490 angefertigt wurde,⁹ sowie auf den Bildtafeln des Annaberger Bergaltars, die 1522/23 entstanden sind.¹⁰

Nach der ersten Vorsortierung wurden die Erze in die Erzmühle gebracht und aufgemahlen. Dieser Arbeitsschritt diente dem Zerkleinern und als Vorarbeit für das anschließende Waschen. Bildliche Darstellungen vom Aufbau einer Erzmühle sind frühestens aus der Zeit um das Wirken Georgius Agricolas bekannt.¹¹ Archäologisch konnte eine mittelalterliche Erzmühle in der originalen technischen Bau- beziehungsweise Fund-situation bisher nicht freigelegt werden, allerdings finden sich zuweilen die zu Bruch gegangenen Erzmahlsteine im Kontext mit bergbaulicher Tätigkeit (Farbtafel 2,2) und häufig in Bachtälern unweit von ehemaligen Erzwäschen.¹² Dahin wurden die gemahlten Erze als Nächstes gebracht. In der Erzwäsche wurde durch mehrstufiges Waschen ein Erzkonzentrat unterschiedlicher Korngröße erzielt. Dies war in erster Linie bei feinkörnigen Erzen mit heterogener Zusammensetzung notwendig, bei denen die manuelle Scheidung technisch nicht möglich war. Diese Erze mussten zuerst durch den Poch- und Mahlvorgang aufbereitet werden, ehe sie in die Erzwäsche geliefert wurden. In der archäologisch untersuchten Erzwäsche in Jihlava-Staré Hory fanden sich Rinnen, Kanäle und rechteckige Behälter aus Holz.¹³ War kein Bach in der direkten Nähe vorhanden, wurde wahrscheinlich versucht, mithilfe eines oberirdischen Systems das Wasser zu den Wäschen zu leiten, oder es wurde das aus den naheliegenden Schächten geförderte Grubenwasser verwendet. In der Erzwäsche Cvilíněk bei Pelhřimov wurden Holzbehälter, umgeleitete Wasserläufe, Rinnen und Schleusen freigelegt, die vermuten lassen, dass das Wasser hier regulierend durch Rinnen auf Wasserüberläufe und Behälter verteilt wurde.¹⁴

Thermische Erzaufbereitung – Röstarbeit

8 Alper 2003, 337; Bailly-Maitre 2011, 220; Schwabenicky 2011, 13.

9 Kuttenberger Kanzionale/Graduale befindet sich in der Wiener Nationalbibliothek (Fritzsch 1967, 4 und 6).

10 Der Bergaltar steht in der St. Annenkirche zu Annaberg-Buchholz. Die vier Bildtafeln wurden wohl vom spätgotischen Maler Hans Hesse im Auftrag der Bergknappschaft 1522/23 für die Rückseite des schon im Jahr 1521 geweihten Bergaltars geschaffen.

11 Agricola 1928, 254.

12 In Dippoldiswalde fand sich bei Aufwältigungsarbeiten ein Erzmahlstein in den Verfüllmassen von Schacht 4 im Bereich des Obertorplatzes (Scholz 2013, 242; Smolnik 2014a, 243). Weitere mittelalterliche Funde sind beispielsweise aus der Bergbausiedlung von Brandes (Bailly-Maitre 2011, 220), aus der Bergstadt Bleiberg (Schwabenicky 2011, 14) und aus Cvilíněk bei Pelhřimov, ein Aufbereitungsareal des 13. Jahrhunderts (Hrubý/Malý/Lajtkepová, 20f.) bekannt.

13 Hrubý 2011, 102–129 und 299f.

14 Hrubý u.a. 2012, 354–361 und 411.

15 Im Aufbereitungsareal Cvilíněk bei Pelhřimov befinden sich Feuerstellen und Ofenreste, die wohl dem Röstprozess gedient haben, direkt neben den Anlagen der Erzwäsche (Hrubý u.a. 2012, 363–369 und 412).

16 Schwabenicky 2009, 86.

17 Schubert/Wegner 2015, 216 f.; Hrubý/Malý/Schubert, 246 f. Tab. 2.

18 Schubert 2016, 170; Schubert/Bertuch 2016, 397–399 und 404 f.

Abhängig von der Qualität der geförderten Erze war mit der thermischen Erzaufbereitung ein weiterer Arbeitsschritt vor dem eigentlichen Schmelzen notwendig. Handelte es sich um sulfidische Erze, empfahl es sich, diese vorher zu rösten. Mit der Röstarbeit wurde das sulfidische Erz zur weiteren Verarbeitung mürbe gemacht und in ein Oxid umgewandelt. Neben dem Schwefel wurden damit weitere für den eigentlichen Schmelzprozess ungünstig wirkende und unerwünschte Bestandteile wie Arsen, Zink oder Antimon entfernt/verdampft. Durch die Überführung in die oxydische Form konnten auch polymetallische Blei- und Kupfererze anschließend leichter verhüttet werden. Womöglich ist dies wie so vieles ein Entwicklungsprozess gewesen und man hat primär, durch vorheriges Erhitzen („Glühen“) und gegebenenfalls Abschrecken mit Wasser, die Erze leichter zerkleinern und vom tauben Gestein trennen können. Der Vorteil des hierbei korrelierend ablaufenden Röstprozesses wurde wohl irgendwann erkannt und bewusst angewendet. Der Röstvorgang erfolgte unter freiem Himmel und vermutlich im Arbeitsumfeld der Scheideplätze und Erzwäschen¹⁵ als auch in den Bergbausiedlungen. In der Bergstadt Bleiberg auf dem Treppenhauer zeigte sich mit einem Röstbett bereits, dass dieser thermische Arbeitsschritt der Erzaufbereitung auch innerhalb der Siedlung stattgefunden hat.¹⁶ Für Dippoldiswalde gelang 2012 der Nachweis einer Röstgrube auf dem Untersuchungsgelände „Roter Hirsch“ inmitten der hochmittelalterlichen Bergbausiedlung. Geochemische Untersuchungen ergaben hier hohe Blei-, Arsen- und Zinkgehalte im Sohlenbereich, die einen Röstprozess direkt in der Grube nahelegen.¹⁷ In der Bergstadt Freiberg wurde 2013 auf der Grabung Nonnengasse/Am Marstall mit Ofen 2 eine technische Anlage aus dem 13. Jahrhundert freigelegt, die anhand von Vergleichsfunden und geochemischen Untersuchungen zwei Interpretationen der Ofenfunktion erlauben.¹⁸ Insbesondere die Ergebnisse der

Geochemie zeigten einen enorm hohen Zinkgehalt (bis 7868 ppm) von Ascheresten, die sich zwischen verschiedenen Nutzungsphasen des Ofens fanden und einen buntmetallurgischen Prozess in Verbindung mit Zink nahelegen. Zunächst ließe sich die Verarbeitung von Messing vermuten, allerdings passt hier die Kubatur des Ofens nicht zu vergleichbaren Anlagen der Messingherstellung in Tiegeln und/oder einer Messinggießerei.¹⁹ Wahrscheinlicher ist, dass die hohen Zinkgehalte, in Verbindung mit den nachweisbaren Kupfer- und Bleigehalten, auf einen Röstprozess zurückgehen. Durch das Rösten von polymetallischen Blei- und/oder Kupfererzen verdampft das Zink zu Zinkoxid und wurde möglicherweise so insbesondere in den Holzkohleresten gebunden. Auf den jeweils sauber angelegten Flächen der Ofentennen ließe sich zudem das zerkleinerte Erz gut ausbreiten und bewegen, um optimale Röstbedingungen zu erlangen. Vergleichbare Befunde stammen aus dem Erzaufbereitungsareal Cvilíněk in Tschechien²⁰ sowie aus Mauken in Nordtirol. Die dort freigelegten Ofenreste eines bronzezeitlichen Schmelzplatzes zeigen, dass sich das Know-how der Technologie des Röstens über Jahrhunderte wohl bewährt und nicht grundlegend geändert hat.²¹

Bei der Silbergewinnung kam es nur äußerst selten vor, dass gediegenes Silber aus der Oxidationszone durch einfaches Umschmelzen gewonnen wurde. Auch Silberglanz (Akanthit, Ag_2S), der sicherlich am Anfang primär abgebaut wurde und reichlich vorhanden war, konnte durch oxydierendes Schmelzen weiterverarbeitet werden. Erst komplexere sulfidische Silbererze und silberhaltiger Bleiglanz mussten mittels Röstarbeit in ein Oxid überführt werden.²² Anschließend wurde das geröstete Erz mit Holzkohle unter Luftzufuhr und Zusatz von Blei oder Bleioxid in einem Schachtofen geschmolzen (Bleiarbeit). Das oxidierte Blei in den Erzen reduziert sich dabei zu metallischem Blei und nimmt in diesem Zustand Silber in sich auf. Als Zwischenprodukt erhält man ein silberreiches Blei, das sogenannte Reich- oder Werkblei (Herdblei). In einem folgenden Schritt, der sogenannten Kupellation – auch als Abtreiben oder Treibprozess bezeichnet –, wird das Werkblei erneut unter Luftzufuhr geschmolzen und das Silber endgültig vom Blei getrennt.²³ Auf dem Treiberherd oxidiert das Blei an der Oberfläche zu Bleioxid (Bleiglätte) und wird permanent abgezogen, während das edlere Silber weiter in metallischem Zustand verbleibt.²⁴ Erst nachdem alles Blei oxidiert und abgeführt war, zeigte sich das Silber (so genannter Silberblick). Das Blicksilber wurde nochmals umgeschmolzen und als Feinsilber weiterverarbeitet. Beide hüttenmännische Verfahren der Silbergewinnung veranschaulichen recht gut die Illustrationen auf dem Titelblatt eines Graduales aus Kuttenberg²⁵ (Abb. 1) sowie dem Anaberger Bergaltar. Auf den Darstellungen sind zum einen mannshohe Schachtofen, in dem die aufbereiteten Erze geschmolzen wurden, und zum anderen die Treiböfen für das Kupellationsverfahren zu erkennen. Vergleichbare Anlagen konnten derweil in Sachsen archäologisch bisher noch nicht erfasst werden. Die mittelalterlichen Schmelzplätze sind wohl durch jüngere Verhüttungsplätze größtenteils überprägt. Einzig im Zschopautal auf der Gemarkung Waldstück Kohlung wurden mittelalterliche Schlackenhalde mit Schlacken der Bleierzverhüttung lokalisiert, wo vermutlich die geförderteten Erze aus der Bergstadt Bleiberg auf dem Treppenhauer verhüttet wurden.²⁶

Durch systematische archäologische Prospektionen über Jahre hinweg gelang beispielsweise im Harz²⁷ und im böhmisch-mährischen Bergland²⁸ die Identifizierung einer Vielzahl alter Hüttenstandorte, die man am häufigsten an Wasserläufen vorfindet. Die Dimension und Konstruktion der Schachtofen zum Schmelzen der silberhaltigen Erze vermitteln recht deutlich die Befunde eines Verhüttungsplatzes der Kupfergewinnung aus dem 12. Jahrhundert am Huneberg bei Bad Harzburg, Landkreis Goslar, die sogar eine Rekonstruktion der Schmelzhütte dort zuließ. Gut vorstellbar ist,

19 Zu Messingherstellung und Messingguss nach Theophilus Presbyter (um 1125) siehe Lammers 2009, 48–57 sowie Rehren 1997, 23 f.

20 Hrubý u. a. 2012, 366–372.

21 Goldenberg 2015, 159.

22 Am Johanneser Kurhaus wurde wohl über einen längeren Zeitraum (10./11. Jahrhundert) Bleiglanz, der vermutlich lokal abgebaut wurde, in einem einstufigen Röstreaktionsverfahren in rundlichen Herdöfen verhüttet, ohne separaten vorherigen Röstvorgang (Klappauf 2011, 170f.).

23 Bachmann 1993, 34–36.

Verhüttung – Schmelzen und Treiben

24 Alternativ konnte das oxidierte Blei auch von einem Aschetiegel aufgesogen werden; auf der Oberfläche blieb reines Silber zurück (Rehren/Klappauf 1995, 25f.).

25 Das einzeln überlieferte Titelblatt stammt aus Privatbesitz und wurde im Jahr 2009 vom Landesamt Mittelböhmen für die Kunstgalerie der Region Mittelböhmen (GASK – Galerie Středočeského kraje) in Kuttenberg ersteigert (Matějková 2011, 207). Es weist in seiner Darstellung große Ähnlichkeiten zum Kuttenberger Kanzonale auf und ist womöglich nur wenig früher entstanden.

26 Schwabenicky 2009, 87–90 und 155f.; ders. 2011, 15; Eckstein u. a. 1994, 124f.

27 Im westlichen Harz wurden durch systematische Prospektionen bisher über 1000 Schmelzplätze für Kupfer- und Blei-/Silbererz lokalisiert (Klappauf 2011, 169f.).

28 Im böhmisch-mährischen Bergland existiert ein relativ guter Forschungsstand zur Lage der Hüttenplätze aus dem 13. und 14. Jahrhundert, die auf die Produktion von Silber und Blei ausgerichtet waren (Demer/Hrubý/Schubert 2016, 227f.).

Abb. 1: Ausschnitt aus dem Titelblatt eines Graduales aus Kuttenberg (Kuttenberger Illumination) mit der Illustration hüttenmännischer Verfahren der Silbergewinnung.



dass sich die drei dort freigelegten Schachtöfen nicht grundlegend von den Öfen der Blei- respektive Silbergewinnung unterschieden haben dürften.²⁹

Die endgültige Trennung des Silbers vom Blei, mittels Treibprozess, wurde dagegen wohl auch innerhalb der Bergbausiedlungen bewerkstelligt, was mittelalterliche Bleiglättefunde beispielsweise aus der Bergstadt Bleiberg³⁰ und Dippoldiswalde³¹ belegen. Neben den Funden von Bleiglätte in den Bergbausiedlungen³² lässt eine Herdstelle in der Bergstadt Bleiberg ebenso einen direkten Zusammenhang mit der Silbergewinnung (Treibprozess) dort vermuten.³³ Als Nebenprodukt ist die Bleiglätte als Beleg für den Treibprozess in der Siedlung anzusehen oder zumindest dafür, dass Bleiglätte bei der Verbleiung, beispielsweise während des Probierens, zugegeben wurde. Jedoch ist die Herkunft von Bleiglättefunden zumeist unbestimmt und ein Import aus anderen metallurgischen Zentren ebenso in Betracht zu ziehen, da Bleiglätte als strategischer Rohstoff in der Regel nicht weggeworfen wurde und theoretisch als Zusatz mit geröstetem Erz auch wieder zu Blei reduziert werden konnte.

Probierwesen

Zwischen der Erzaufbereitung und der Verhüttung bis zur Silbergewinnung wurde immer wieder „probiert“. Das Probieren war eine umfassende und notwendige Prozedur unterschiedlichster Anwendungen und Verfahren, die wohl eines der ältesten der Menschheit bekannten Analyseverfahren darstellt, bei der kleine Mengen von Erz oder Metall verschmolzen werden, um deren Metallgehalt zu ermitteln.³⁴ Zum mittelalterlichen Probierwesen fanden sich in Dippoldiswalde auf dem Untersuchungsgelände „Roter Hirsch“ zahlreiche Funde von Probiergefäßen und die Überreste von zwei Probieröfen.³⁵ Archäometallurgische Untersuchungen dieser Produktionsabfälle lassen für Dippoldiswalde einen zweistufigen Prozess des Probiervorgangs rekonstruieren, der in der dort freigelegten hochmittelalterlichen Bergbausiedlung durchgeführt wurde (Farbtafel 3,1). Zunächst verschmolz man das zu testende Erz unter Zusatz von Blei in flachen offenen Probierschalen zu einem Zwischenprodukt (Werkblei). Dieses wurde in einem folgenden Schritt (Kupellation) erneut unter Luftzufuhr geschmolzen und das Silber endgültig vom Blei getrennt. Beim Probieren erfolgte der Treibprozess vermutlich in sogenannten Kupellen, die das Bleioxid (Bleiglätte) regelrecht in sich aufsaugen. Am Ende dieses zweistufigen Probierprozesses erhält man fast reines Silber, das auf der eingesaugten Bleiglätte schwimmt.³⁶ Die Probierkunst war ein wesentlicher Bestandteil der metallurgischen Verfahren innerhalb der Bergbausiedlungen.

Dass einst auch Buntmetallurgen in der Bergstadt Freiberg tätig waren, bezeugen die technischen Anlagen, die im Zuge der Rettunggrabung „Nonnengasse/Am Marstall“ freigelegt wurden, und deren geochemische Untersuchung.³⁷ Funde von Schlacken, die vereinzelt aus den Öfen selbst stammen, aber auch von Buntmetallfragmenten und technischer Keramik aus der Umgebung der Öfen belegen metallverarbeitendes Gewerbe in diesem Bereich der Oberstadt von Freiberg. Dass hier bereits seit dem Mittelalter probiert wurde, zeigen vereinzelt Funde, die dem Probierwesen zuzuordnen sind. Es handelt sich um Fragmente von Probiergefäßen mit charakteristischen, weißgrauen Verschlackungsspuren an den Innenseiten der Keramik. Archäometallurgische Untersuchungen dieser Fragmente belegen, dass es sich um Gefäße handeln muss, die in einem metallurgischen Prozess im Zusammenhang mit Blei eingesetzt wurden.³⁸ Zudem fand sich eine technische Anlage, die zum Zeitpunkt der Freilegung nur schwer zu deuten war, jedoch anhand von Vergleichsbefunden wohl dem Probieren zugeordnet werden kann. Für die kastenartige Steinkonstruktion SPA 501 (Abb. 2 und 3) fanden sich Analogien im Harz vom Johanneser Kurhaus³⁹ sowie eine sehr ähnlich anmutende Steinsetzung aus Altenberg im Siegerland⁴⁰, die beide als Schmelzöfen zum Probieren von Erzen gedeutet werden. Da im Inneren

29 Zur Rekonstruktionszeichnung der Schmelzhütte am Huneberg bei Bad Harzburg, Landkreis Goslar siehe Bartels/Hemker 2014, 31 Abb. 3.

30 Schwabenicky 2009, 84 und 86.

31 Schubert/Wegner 2015, 232; Hrubý/Malý/Schubert, 247–250.

32 Weitere Bleiglättefunde stammen zudem vom Johanneser Kurhaus bei Clausthal-Zellerfeld (Alper 2003, 110) oder aus Jihlava-Staré Hory und Cvilín (ausführliche Ausführungen zu Bleiglättefunden bei Schubert 2016; Derner/Hrubý/Schubert 2016, 232 f.).

33 Für die ebenerdige Herdstelle (Objekt 6D/O1) (Schwabenicky 2009, 84 Abb. 188 und 189; ders. 2011, 16 Abb. 9) finden sich im Harz am Johanneser Kurhaus bei Clausthal-Zellerfeld entsprechende Parallelen. Dort wurden auf einer in Form und Größe vergleichbaren Herdplatte Bleioxidablagerungen nachgewiesen, die eine Silbergewinnung in Form des Treibprozesses nahelegen (Alper 2003, 107–111 Abb. 47–50).

34 Agricola 1928, 188–199; Ercker 1968, 9–144.

35 Ausführliche Fund- und Befundvorlage sowie Überlegungen zum Probierprozess siehe bei Schubert/Wegner 2015; Schubert 2016; Hrubý/Malý/Schubert; Derner/Hrubý/Schubert 2016.

36 Rehren/Klappauf 1995, 25.

37 Schubert 2016, 170; Schubert/Bertuch 2016, 397–399 und 404 f.; Derner/Hrubý/Schubert 2016, 230 f.

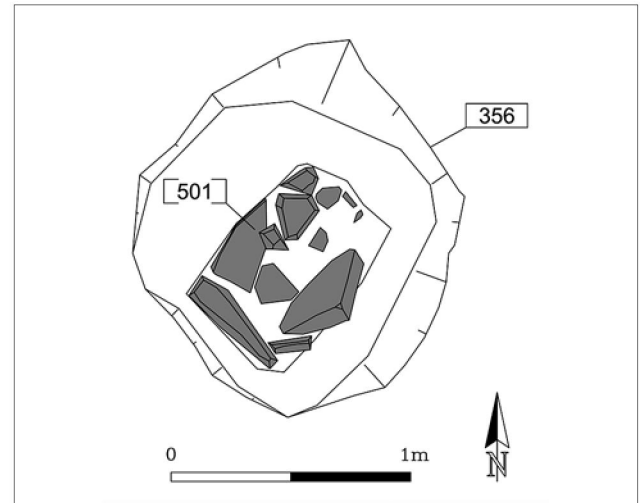
38 Schubert 2016, 171; Schubert/Bertuch 2016, 398 und 404.

39 Alper 2003, 161 f. Abb. 79–81, Befund 50 und 55.

40 Dahm/Lobbedey/Weisgerber 1998, 94 f. Abb. 47 und 48.

41 Aus Sachsen kennt man diese schwarzen, im Querschnitt quadratischen Schiefersteine beispielsweise auch aus den Bergbausiedlungen Bleiberg auf dem Treppenhauer (Schwabenicky 2009, 159) und auf dem Hohen Forst (Schwabenicky 2009, 200).

42 Dazu wurden die makroskopisch unterscheidbaren Abstriche durchnummeriert und auf dem jeweiligen Abstrich gemessen. Innerhalb eines Abstrichs wurden zwei bis vier Messungen vorgenommen.



der Steinsetzung 501 aus Freiberg bis auf vereinzelte Holzkohlebrocken und nur wenige Brandlehmstücke keine auffälligen Verziegelungsspuren zu beobachten waren, könnte es sich folglich um einen ebensolchen Probiofen handeln. Zusätzlich wurde während der Ausgrabung ein besonders repräsentativer Fund des Probiofesens geborgen. Es handelt sich um einen sogenannten Probiofstein, der noch anhaftende Metallabstriche aufwies (Farbtafel 3,2). Durch Vergleich der Abstriche mit Referenznadeln bekannter Zusammensetzung konnte ein Probiofmeister mit solch einem Probiofstein den ungefähren Feingehalt von Edelmetallen bestimmen.⁴¹ Die metallischen Abstriche auf dem Probiofstein wurden mittels Raster-Elektronenmikroskop (REM) mit energiedispersiver Röntgen-Mikrosonde (EDX) analysiert.⁴² Die Ergebnisse der EDX-Messungen erbrachten für den Probiofstein aus Freiberg ausschließlich Gold-Silber-Legierungen sowie vereinzelt sogar annähernd Feingold (24 kt) für die Abstriche 6, 7 und 8 (Farbtafel 3,2). Demnach handelt es sich bei dem Stein um ein Hilfsmittel eines Goldschmieds zur Prüfung der Echtheit beziehungsweise der Zusammensetzung von Gold- und Silberlegierungen. M. S.

Abb. 2 und 3: Freiberg, „Am Marstall/Nonnengasse“. Übersichtsfoto der kastenartigen Steinsetzung SPA 501 als Überrest eines möglichen Probiofesens und Umzeichnung des Befunds.

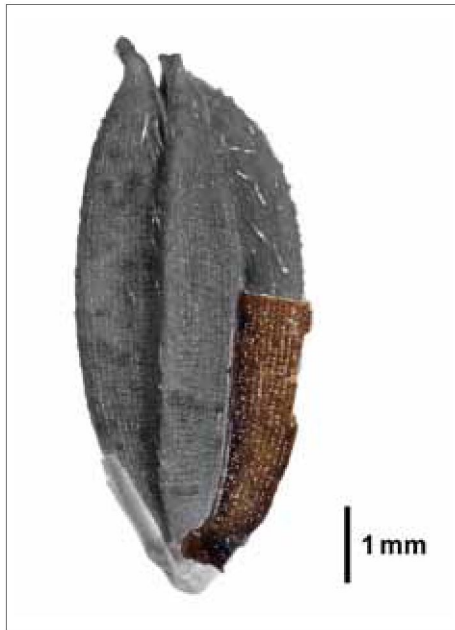
- 43 Herbig 2012.
- 44 Ebenda.
- 45 Herbig 2013.
- 46 Herbig 2015.
- 47 Herbig 2016.
- 48 Schröder 2015, 137–141; Westphal/Heußner/Herbig 2014.
- 49 Westphal/Heußner 2012; Westphal/Heußner/Herbig 2014.
- 50 Tolksdorf u.a. 2015.
- 51 Kočár u.a. 2014.
- 52 Siehe Beitrag von Christoph Herbig in Schubert/Wegner/Herbig 2014, 201 f.

Durch botanische Makrorestanalysen lassen sich Pflanzenreste nachweisen, die unter anderem als Nahrungsmittel dienten und somit Rückschlüsse zum Ernährungsverhalten der Bewohner mittelalterlicher Bergbaustädte erlauben. Der Beleg von importierten Lebensmitteln kann zudem auf Handelsbeziehungen deuten, die auch überregionale Kontakte anzeigen.

In den letzten Jahren konnten archäobotanische Untersuchungen in einigen sächsischen hochmittelalterlichen Städten wie Meißen,⁴³ Pirna,⁴⁴ Oschatz,⁴⁵ Leipzig⁴⁶ und Torgau⁴⁷ durchgeführt werden. Entsprechende Analysen im Erzgebirge sind dagegen bis zum jetzigen Zeitpunkt selten. Zu den Untersuchungen der untertägigen Funde aus Niederpöbel⁴⁸ und Dippoldiswalde⁴⁹ sowie den landschaftsgeschichtlichen Untersuchungen bei Niederpöbel⁵⁰ und der böhmischen Seite des Erzgebirges⁵¹ konnten jüngst für die mittelalterlichen Bergstädte Dippoldiswalde⁵² und Freiberg⁵³ erste archäobotanische Daten vorgelegt werden. Im Zuge der archäologischen Untersuchungen in den beiden Bergstädten Dippoldiswalde („Roter Hirsch“) und Freiberg („Am Marstall/Nonnengasse“) wurden einige mittelalterliche Befunde für botanische Makrorestanalysen beprobt.⁵⁴ Am „Roten Hirsch“ barg die Verfüllung von Grubenhaus 2 ein umfangreiches Nutzpflanzenspektrum; so die Getreidearten Roggen (*Secale cereale*), Saat-Weizen (*Triticum aestivum*) und Spelzgerste (*Hordeum vulgare*).⁵⁵ Roggen ist das am häufigsten in mittelalterlichen Siedlungen belegte Brotgetreide in Sachsen.⁵⁶ Auch Saat-Weizen kommt oft vor, hier ist er erstmals in einer Bergbausiedlung in Sachsen nachgewiesen. Weiterhin sind Sellerie (*Apium graveolens*), Erbse (*Pisum sativum*), Schlafmohn (*Papaver*

Das Ernährungsverhalten der Freiburger und Dippoldiswalder Bergleute im 12. und 13. Jahrhundert

- 53 Siehe Beitrag von Christoph Herbig in Schubert/Bertuch 2016, 396 f. und 400–403.
- 54 Die Proben wurden durch eine vierteilige Siebkolonie (DIN-Maschenweiten 2, 1, 0,5 und 0,25 mm) nass geschlämmt. Die Bestimmung der Pflanzenreste erfolgte mithilfe der Vergleichssammlung des Archäobotanischen Labors am Institut für Archäologische Wissenschaften/Abteilung Vor- und Frühgeschichte der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main sowie anhand der einschlägigen Bestimmungsliteratur (zum Beispiel Cappers/Bekker/Jans 2006; Jacomet/Brombacher/Dick 1989) bestimmt. Eine pflanzensoziologische Einordnung der Funde geschah nach Oberdorfer (2001). Aufgrund der ökologischen Amplitude, das heißt der Fähigkeit von Pflanzen in verschiedenen Pflanzengesellschaften zu wachsen, sind nicht alle Standort-Klassifizierungen der Arten in der Auswertungstabelle zwingend. Vor allem muss man für das Mittelalter teilweise mit anderen Konkurrenzverhältnissen als heutzutage rechnen, da zum Beispiel viele Neophyten, das heißt Arten, welche erst nach der Entdeckung der Neuen Welt sukzessive nach Europa kamen, noch in der heimischen Flora fehlten.
- 55 Schubert/Wegner/Herbig 2014, 201 f.
- 56 Herbig 2012, 200 f.



△ Abb. 4: Freiberg, „Am Marstall/Nonnengasse“. Fragment einer Reisspelze (*Oryza sativa*) aus Latrine 17 (erste Hälfte 13. Jahrhundert) mit dunkel hinterlegter rezenter Reisspelze.

▷ Abb. 5: Archäobotanische Nachweise mittelalterlicher Reisfunde in West-, Süd- und Mitteleuropa und mögliche Handelsverbindungen der Bergstadt Freiberg im 13. Jahrhundert über Troyes („Messen der Champagne“) nach Siena in Norditalien.



somniferum) und Lein (*Linum usitatissimum*) bezeugt. Knochensplitter und Fischreste als Nachweis tierischer Nahrungsmittel runden das Bild einer ausgewogenen Ernährung der Dippoldswalder Bergleute aus kohlenhydratreichen Mehlfrüchten, proteinhaltigen Hülsenfrüchten, fettreichen Ölsaaten und Gemüsepflanzen ab.⁵⁷

Die Untersuchung der botanischen Makroreste aus der Grabung „Am Marstall/Nonnengasse“ in Freiberg erbrachte eine Vielzahl von bestimm- baren Pflanzenresten,⁵⁸ die zumeist aus den Befundkomplexen Latrine 9 und Latrine 17 stammen (Tabelle 1).⁵⁹ Die Verfüllung der beiden Latrinen besteht typischerweise aus einer Mischung von Fäkalien und Haushalts- abfällen. Neben einigen bemerkenswerten Holzfunden⁶⁰ fanden sich darin Holzreste, darunter eventuell Kienspäne und ein Daubenbecherfragment, Holzkohlen, Blatt- und Halmfragmente, Knospen, Moose, Insektenreste, darunter Fliegenpuparien, Knochen-, Fisch- und Flusskrebse, Eierschalen, Keramikscherben und Glasfragmente.

Im weiteren Fundspektrum der beiden Latrinen wurden einige Arten nachgewiesen, die nicht nur wichtige Informationen zur Ernährung der Benutzer der Latrine liefern, sondern auch zu deren Sozialstatus innerhalb des Freiburger Bürgertums. Dies zeigt sich bereits bei den Getreidefunden: Neben den im Mittelalter weitverbreiteten Getreiden Saathafer, Roggen, Echte Hirse (*Panicum miliaceum*) und Gerste wurde in der Sedimentprobe aus Latrine 17 eine Spelze von Reis (*Oryza sativa*) gefunden (Abb. 4). Diese aus Ost- und Südasien stammende Kulturpflanze wurde seit der Römerzeit in der Po-Ebene in Italien angebaut und in die Provinzen des Römischen Reichs verhandelt; die frühesten Funde von Reis nördlich der Alpen gibt es demnach in der Römerzeit.⁶¹

Mittelalterliche Funde von Reis sind dagegen sehr selten. Archäo- botanische Untersuchungen in Hansestädten belegen Reis ab dem 13. Jahrhundert, wobei diese teure Importpflanze erst ab dem 14./15. Jahr- hundert regelhaft nachgewiesen ist (Abb. 5).⁶² Reis wird mit der luxuriösen Ernährung einer wohlhabenden Stadtbevölkerung in Zusammenhang ge- bracht und zeigt damit das Vorhandensein von Kapital im mittelalterlichen Freiberg, das zweifelsohne im ertragreichen Silberbergbau begründet liegt. Reisbrei wurde insbesondere bei festlichen Gelegenheiten oder Hochzeiten serviert. Zur Provenienz der Reisspelze aus Freiberg finden sich

57 Schubert/Wegner/Herbig 2014, 201 f.

58 Die meisten Pflanzenreste sind unverkohlt, subfossil erhalten, nur 0,47%, zumeist Getreide, sind verkohlt.

59 Neben den beiden dendrochronologisch datierten Holzkastenlatrinen 9 und 17 (Latrine 9 um 1200, Latrine 17 erste Hälfte 13. Jahrhundert) wurde eine Brandschicht (Befund 546) des 13./14. Jahrhunderts und eine Sammelprobe aus der basalen, direkt auf dem Fels aufliegenden mittelalterlichen Verfüllschicht einer enorm großen Grube (Befund 62) beprobt. Insgesamt wurden rund 22 000 Pflanzenreste von knapp über 100 verschiedenen Arten nachgewiesen, wobei 96% der bestimmten Pflanzenreste aus den Sedimentproben der beiden Latrinen stammen.

60 Schubert/Bertuch 2016, 394 f.

61 Zohary/Hopf 2012, 74; Knörzer 2007, 89 f.

62 Alsleben 2007, 23.

Probe		72	68	73	1009a	1009b	1009c	80	Probe		
Befundkomplex			Latrine 9		Latrine 17				Befundkomplex		
Befund		546	408	558	559			62	Befund		
Profil		43							Profil		
Volumen (l)		2,6	0,15	0,25	1	3	2	1	Volumen (l)		
Materialklassen											
Holzreste		-	+	-	+	+	+	+	Holzreste		
Holzkohle		++	-	+++	+++	+++	+++	+	Holzkohle		
Blattfragmente		-	+	-	+	+	+	-	Blattfragmente		
Knospen		-	-	-	-	-	v	-	Knospen		
Halmfragmente		-	+	v	-	-	+	-	Halmfragmente		
Insekten		+	+	-	+	+	+	v	Insekten		
Puparien		-	+	-	+	+	+	-	Puparien		
Moos		+	-	-	+	+	+	-	Moos		
Knochen		-	+	-	+	+	+	-	Knochen		
Fischreste		+	+	-	+	+	+	v	Fischreste		
Schlacke		+	-	-	-	-	-	v	Schlacke		
Flusskrebssreste		-	+	-	+	+	-	-	Flusskrebssreste		
Eierschalen		-	+	-	+	+	+	-	Eierschalen		
Haare		-	+	-	-	-	-	-	Haare		
Keramik		+	-	+	+	+	+	+	Keramik		
Glas		-	-	-	+	+	+	-	Glas		
verkohlter Nagerkot		1	-	-	-	-	-	-	verkohlter Nagerkot		
verziegelter Lehm		+	-	-	-	-	-	+	verziegelter Lehm		
Taxon (Oberdorfer 2001)	Resttyp	Erhaltungszustand	Summe						Deutscher Name		
Mehlfrüchte											
<i>Avena sativa</i>	Ährchen	unverkohlt	4	2		2			Saathafer		
<i>Avena sativa</i>	Same / Frucht	verkohlt	11	4	5		2		Saathafer		
<i>Avena sativa</i>	Same / Frucht	mineralisiert	3	3					Saathafer		
<i>Hordeum vulgare</i>	Spindelglied	verkohlt	1	1					Gerste		
<i>Hordeum vulgare ssp. vulgare</i>	Same / Frucht	verkohlt	4						4	Spelzgerste	
<i>Panicum miliaceum</i>	Same / Frucht	unverkohlt	39	2		7	30		Echte Hirse		
<i>Panicum miliaceum</i>	Same / Frucht	mineralisiert	1	1					Echte Hirse		
<i>Secale cereale</i>	Spindelglied	verkohlt	10	6	2	1	1		Roggen		
<i>Secale cereale</i>	Spindelglied	unverkohlt	39	23		5	3	8	Roggen		
<i>Secale cereale</i>	Same / Frucht	verkohlt	4	2		1	1		Roggen		
<i>Oryza sativa</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1						1	Reis	
Cerealia	Same / Frucht	verkohlt	7	1	1	1	3	1	Getreide		
Cerealia	Testa	unverkohlt	+++	++		+++	+++		Getreidefruchtschalen		
Hülsenfrüchte											
<i>Pisum sativum</i>	Same / Frucht	verkohlt	1	1					1	Erbse	
Öl- und/oder Faserpflanzen											
<i>Camelina sativa</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1						1	Leindotter	
<i>Cannabis sativa</i>	Same / Frucht	unverkohlt	15	1	10		4		Hanf		
<i>Linum usitatissimum</i>	Same / Frucht	unverkohlt	8						2	6	Lein
<i>Linum usitatissimum</i>	Kapselfragment	unverkohlt	1						1	1	Lein
<i>Papaver somniferum</i>	Same / Frucht	unverkohlt	313	73		86		154		Schlafmohn	
Gewürze und Gemüse, Bierwürze											
<i>Amaranthus blitum</i>	Same / Frucht	unverkohlt	41	10		3	28		Aufsteigender Fuchschwanz		
<i>Anethum graveolens</i>	Same / Frucht	unverkohlt	45	1		18	26		Dill		
<i>Apium graveolens</i>	Same / Frucht	unverkohlt	27						6	21	Echte Sellerie

Tabelle 1: Ergebnisse der botanischen Makrorestanalyse von Bodenproben der Grabung „Am Marstall/Nonnengasse“ in Freiberg. Nomenklatur nach Oberdorfer (2001).

<i>Atriplex hortensis</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1			1				Gartenmelde
<i>Beta vulgaris</i>	Same / Frucht	unverkohlt	3	1		1		1		Runkelrübe
<i>Brassica nigra</i>	Same / Frucht	unverkohlt	539		193	155		191		Schwarzer Senf
<i>Carum carvi</i>	Same / Frucht	unverkohlt	2			2				Kümmel
<i>Cucumis sativus</i>	Same / Frucht	unverkohlt	3				1	2		Gurke
<i>Humulus lupulus</i>	Same / Frucht	unverkohlt	26		2	5		19		Hopfen
<i>Hyoscyamus niger</i>	Same / Frucht	unverkohlt	2			1		1		Schwarzes Bilsenkraut
cf. <i>Pastinaca sativa</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1			1				wohl Pastinak
<i>Petroselinum crispum</i>	Same / Frucht	unverkohlt	5			2		3		Petersilie
<i>Piper nigrum</i>	Same / Frucht	unverkohlt	3			2		1		Schwarzer Pfeffer
Obst und Nüsse										
<i>Corylus avellana</i>	Same / Frucht	unverkohlt	20	12	1	1	5	1		Hasel
<i>Corylus avellana</i>	Same / Frucht	verkohlt	2	2						Hasel
<i>Ficus carica</i>	Same / Frucht	unverkohlt	755		12	242		500	1	Feige
<i>Fragaria vesca</i>	Same / Frucht	unverkohlt	12696	3	443	5000		7250		Wald-Erdbeere
<i>Malus domestica</i>	Same / Frucht	unverkohlt	32		3		10	19		Garten-Apple
<i>Malus / Pyrus</i>	Same / Frucht	unverkohlt	146	1		40	14	91		Apple / Birne
<i>Malus / Pyrus</i>	Perikarp	unverkohlt	+		+	+	+			Apple / Birne
<i>Mespilus germanica</i>	Same / Frucht	unverkohlt	119			42	46	31		Echte Mispel
<i>Prunus avium</i>	Same / Frucht	unverkohlt	9			4	2	3		Süßkirsche
<i>Prunus cerasus</i>	Same / Frucht	unverkohlt	254		15	85	70	84		Sauerkirsche
<i>Prunus avium/cerasus</i>	Same / Frucht	unverkohlt	67		25	25	6	11		Süß-/Sauerkirsche
<i>Prunus domestica</i>	Same / Frucht	unverkohlt	3				2	1		Zwetschge
<i>Prunus insititia</i>	Same / Frucht	unverkohlt	148		18	57	32	41		Pflaume
<i>Prunus spinosa</i>	Same / Frucht	unverkohlt	40		1	17	10	12		Schlehe
<i>Pyrus communis</i>	Same / Frucht	unverkohlt	151		24	71	28	28		Birne
<i>Ribes rubrum</i> agg.	Same / Frucht	unverkohlt	1			1				Rote Johannisbeere
<i>Rosa</i> sp.	Same / Frucht	unverkohlt	551			222	143	186		Hagebutte
<i>Rubus caesius</i>	Same / Frucht	unverkohlt	5	5						Kratzbeere
<i>Rubus fruticosus</i>	Same / Frucht	unverkohlt	495	47	240	90		80	38	Brombeere
<i>Rubus idaeus</i>	Same / Frucht	unverkohlt	570	33	200	180		120	37	Himbeere
<i>Rubus</i> sp.	Same / Frucht	verkohlt	10	10						Brombeere
<i>Rubus</i> sp.	Same / Frucht	verkohlt	1	1						Brombeere
<i>Sambucus nigra</i>	Same / Frucht	unverkohlt	2			2				Schwarzer Holunder
<i>Vaccinium myrtillus / vitis-idaea</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1482		402	410		670		Heidel-/Preiselbeere
<i>Vitis vinifera</i>	Same / Frucht	unverkohlt	92			21	20	34	17	Weinrebe
Ackerunkräuter										
a) im Wintergetreide										
<i>Agrostemma githago</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1613		270	143		1200		Kornrade
<i>Agrostemma githago</i>	Same / Frucht	unverkohlt	13		3	1	7	2		Kornrade
<i>Anthemis arvensis</i>	Same / Frucht	unverkohlt	4					4		Acker-Hundskamille
<i>Bromus arvensis</i> -Typ	Same / Frucht	unverkohlt	2		1	1				Acker-Trespe-Typ
<i>Bromus sterilis/tectorum</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1		1					Taube/Dach-Trespe
<i>Centaurea cyanus</i>	Same / Frucht	unverkohlt	21		4	9		8		Kornblume
<i>Galium aparine</i>	Same / Frucht	verkohlt	3	2				1		Klettenlabkraut
<i>Galium spurium</i>	Same / Frucht	unverkohlt	6			6				Saat-Labkraut
<i>Neslia paniculata</i>	Same / Frucht	unverkohlt	7		1	3		2	1	Finkensame
<i>Papaver argemone</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1			1				Sandmohn
<i>Papaver dubium/rhoas</i>	Same / Frucht	unverkohlt	4			2		2		Saat-/Klatsch-Mohn
<i>Polygonum convolvulus</i>	Same / Frucht	unverkohlt	7	3	3	1				Winden-Knöterich
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Same / Frucht	unverkohlt	8		1	2		5		Acker-Rettich
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Kapselfragment	unverkohlt	3			3				Acker-Rettich
<i>Scleranthus annuus</i>	Same / Frucht	unverkohlt	16		1	5		10		Einjähriges Knäuelkraut
<i>Valerianella dentata</i>	Same / Frucht	unverkohlt	7	2	1	2		2		Gezählter Feldsalat
<i>Vicia hirsuta</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1					1		Rauhaarige Wicke

b) im Sommergetreide / Hackfrucht / Gärten										
<i>Anagallis arvensis</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1				1			Acker-Gauchheil
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1					1		Hirtentäschel
<i>Chenopodium album</i> -Typ	Same / Frucht	unverkohlt	225	101	11		38	70	5	Weißer Gänsefuß
<i>Chenopodium album</i> -Typ	Same / Frucht	verkohlt	1			1				Weißer Gänsefuß
<i>Chenopodium hybridum</i>	Same / Frucht	unverkohlt	6				3	3		Unechter Gänsefuß
<i>Chenopodium polyspermum</i>	Same / Frucht	unverkohlt	4	1			1	2		Vielsamiger Gänsefuß
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Same / Frucht	unverkohlt	4				4			Hühnerhirse
<i>Fumaria officinalis</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1				1			Gebräuchlicher Erdrauch
<i>Galeopsis tetrahit</i> -Typ	Same / Frucht	unverkohlt	5	1	1			3		Gewöhnlicher Hohlzahn-Typ
<i>Polygonum persicaria</i>	Same / Frucht	unverkohlt	19	1			9	9		Pfirsichblättriger Knöterich
<i>Setaria viridis</i> et sim.	Same / Frucht	unverkohlt	2				1	1		Grüne Borstenhirse u.ä.
<i>Setaria pumila</i>	Same / Frucht	unverkohlt	7		1		4	2		Rote Borstenhirse
<i>Silene gallica</i>	Same / Frucht	unverkohlt	14	11				3		Gallisches Leimkraut
<i>Solanum nigrum</i>	Same / Frucht	unverkohlt	49		1		16	31	1	Schwarzer Nachtschatten
<i>Sonchus arvensis</i>	Same / Frucht	unverkohlt	5				1	4		Acker-Kratzdistel
<i>Sonchus asper</i>	Same / Frucht	unverkohlt	2				1	1		Rauhe Gänsedistel
<i>Sonchus oleraceus</i>	Same / Frucht	unverkohlt	3					3		Kohl-Gänsedistel
<i>Spergula arvensis</i>	Same / Frucht	unverkohlt	26		5		7	13	1	Acker-Spörgel
<i>Stellaria media</i> agg.	Same / Frucht	unverkohlt	25				7	16	2	Vogelmiere
<i>Thlaspi arvense</i>	Same / Frucht	unverkohlt	5	3			1	1		Ackerhellerkraut
Trittrasen										
<i>Plantago intermedia</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1				1			Kleiner Wegerich
<i>Plantago lanceolata</i>	Same / Frucht	verkohlt	1				1			Spitzwegerich
<i>Polygonum aviculare</i> agg.	Same / Frucht	unverkohlt	15	1			4	8	2	Vogel-Knöterich
Ruderales Arten trockener Standorte										
<i>Lamium album</i>	Same / Frucht	unverkohlt	10	2			2	6		Weißes Taubnessel
<i>Malva sylvestris</i>	Same / Frucht	unverkohlt	16				1	15		Wilde Malve
<i>Picris hieracioides</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1					1		Gewöhnliches Bitterkraut
<i>Rumex acetosella</i> agg.	Same / Frucht	unverkohlt	338	51	42	124	32	88	1	Kleiner Sauerampfer
<i>Rumex acetosella</i> agg.	Same / Frucht	verkohlt	6	6						Kleiner Sauerampfer
<i>Urtica dioica</i>	Same / Frucht	unverkohlt	4	2				2		Große Brennnessel
<i>Urtica urens</i>	Same / Frucht	unverkohlt	21		2		7	11	1	Kleine Brennnessel
Röhricht / Großseggenried / Schlammufer / Graben										
<i>Alisma plantago-aquatica</i> agg.	Same / Frucht	unverkohlt	1		1					Gewöhnlicher Froschlöffel
<i>Atriplex</i> sp.	Same / Frucht	unverkohlt	2	2						Melde
<i>Lycopus europaeus</i>	Same / Frucht	unverkohlt	3	1			1	1		Ufer-Wolfstrapp
<i>Polygonum hydropiper</i>	Same / Frucht	unverkohlt	4		1		1	2		Wasserpfeffer
<i>Polygonum lapathifolium</i>	Same / Frucht	unverkohlt	30	1	2		9	18		Ampfer-Knöterich
<i>Ranunculus flammula</i>	Same / Frucht	verkohlt	1			1				Brennender Hahnenfuß
<i>Rumex crispus</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1					1		Krauser Ampfer
<i>Rumex crispus/obtusifolius</i>	Same / Frucht	unverkohlt	3		1			2		Krauser oder Stumpfblättriger Ampfer
Wälder, Schläge, Waldränder, Hecken und Gebüsche										
<i>Abies alba</i>	Blatt	unverkohlt	7	1	1		2	3		Weißtanne
<i>Agrimonia eupatoria</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1				1			Gewöhnlicher Odermennig
<i>Betula</i> sp.	Rinde	unverkohlt	2	1				1		Birke
<i>Hypericum perforatum</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1	1						Echtes Johanniskraut
<i>Lapsana communis</i>	Same / Frucht	unverkohlt	17		3		4	10		Rainkohl
<i>Moehringia trinervia</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1				1			Dreinerlige Nabelmiere
<i>Picea abies</i>	Nadel	unverkohlt	9				5	3	1	Fichte
<i>Populus</i> sp.	Knospe	unverkohlt	3	3						Pappel
<i>Quercus</i> sp.	Same/Frucht	unverkohlt	1					1		Eiche
<i>Salix</i> sp.	Knospe	unverkohlt	2					2		Weide

<i>Viburnum opulus</i>	Same / Frucht	unverkohlt	2				1		1		Gewöhnlicher Schneeball
<i>Torilis japonica</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1						1		Gewöhnlicher Klettenkerbel
Grünland											
<i>Achillea millefolium</i>	Same / Frucht	unverkohlt	4						4		Gewöhnliche Wiesen-Schafgarbe
<i>Ajuga reptans</i>	Same / Frucht	unverkohlt	5	3					2		Kriechender Günsel
<i>Phleum pratense</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1						1		Wiesen-Lieschgras
<i>Poa trivialis</i> -Typ	Same / Frucht	verkohlt	5				5				Gewöhnliches Rispengras
<i>Prunella vulgaris</i>	Same / Frucht	unverkohlt	12	1	3		2		6		Kleine Braunelle
<i>Prunella vulgaris</i>	Same / Frucht	verkohlt	1						1		Kleine Braunelle
<i>Ranunculus acris</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1						1		Scharfer Hahnenfuß
<i>Ranunculus repens</i> -Typ	Same / Frucht	unverkohlt	11	2	1		2		5	1	Kriechender Hahnenfuß
<i>Ranunculus repens</i> -Typ	Same / Frucht	verkohlt	1				1				Kriechender Hahnenfuß
Diverses											
<i>Apiaceae</i>	Same / Frucht	unverkohlt	5			1		2		2	Doldenblütler
<i>Artemisia</i> sp.	Same / Frucht	unverkohlt	3						3		Beifuß
<i>Brassicaceae</i>	Same / Frucht	unverkohlt	2					2			Kreuzblütler
<i>Brassica</i> sp.	Same / Frucht	unverkohlt	4	4							Kohl
<i>Carex</i> cf. <i>ovalis</i>	Same / Frucht	unverkohlt	277	145	7		51		72	2	wohl Hasensegge
<i>Carex</i> cf. <i>ovalis</i>	Same / Frucht	verkohlt	8	4			4				wohl Hasensegge
<i>Carex</i> sp.	Same / Frucht	unverkohlt	17	10			5			2	Sauergras
<i>Carex</i> sp.	Same / Frucht	verkohlt	4	1			3				Sauergras
<i>Caryophyllaceae</i>	Same / Frucht	unverkohlt	4	2	2						Nelkengewächs
<i>Cerastium</i> sp.	Same / Frucht	unverkohlt	5		2		1		2		Hornkraut
<i>Crepis</i> sp.	Same / Frucht	unverkohlt	3				1		2		Ferkelkraut
<i>Fabaceae</i>	Same / Frucht	verkohlt	4	4							Hülsenfrüchte
<i>Galium</i> sp.	Same / Frucht	unverkohlt	17		1				16		Labkraut
<i>Glyceria</i> sp.	Same / Frucht	unverkohlt	1						1		Süßgras
<i>Hieracium</i> sp.	Same / Frucht	unverkohlt	4				1		3		Habichtskraut
<i>Indeterminata</i>	Same / Frucht	unverkohlt / verkohlt / mineralisiert	32	4	7	3	12		4	2	nicht bestimmbar
<i>Indeterminata</i>	Blüte	unverkohlt	3				2		1		nicht bestimmbar
<i>Juncus</i> sp.	Same / Frucht	unverkohlt	20	20							Binsen
<i>Lamiaceae</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1						1		Lippenblütler
<i>Leguminosae</i>	Blatt	unverkohlt	3						3		Hülsenfrüchte
<i>Luzula campestris / mutiflora</i>	Same / Frucht	unverkohlt	5				1		4		Feld-/Vielblütige Hainsimse
<i>Mentha aquatica / arvensis</i>	Same / Frucht	unverkohlt	8	7			1				Wasser-/Acker-Minze
<i>Myosotis</i> sp.	Same / Frucht	unverkohlt	1						1		Vergißmeinnicht
<i>Poa</i> sp.	Same / Frucht	unverkohlt	3		3						Süßgras
<i>Poaceae</i>	Same / Frucht	unverkohlt	11	4	1		1		5		Süßgras
<i>Poaceae</i>	Same / Frucht	verkohlt	12	6	1	5					Süßgras
<i>Polygonum</i> sp.	Same / Frucht	verkohlt	3	2	1						Knöterich
<i>Polygonum</i> sp.	Same / Frucht	unverkohlt	3					3			Knöterich
<i>Rumex</i> sp.	Same / Frucht	unverkohlt	1		1						Ampfer
<i>Sambucus</i> sp.	Same / Frucht	unverkohlt	2	1					1		Holunder
<i>Scirpus sylvaticus</i>	Same / Frucht	unverkohlt	10	3	2				5		Waldsimse
<i>Senecio</i> sp.	Same / Frucht	unverkohlt	1		1						Greiskraut
<i>Silene vulgaris</i>	Same / Frucht	unverkohlt	1					1			Aufgeblasenes Leimkraut
<i>Sphagnum</i> sp.	Blatt	unverkohlt	v					v			Torfmoos
<i>Stachys</i> sp.	Same / Frucht	unverkohlt	3	2	1						Ziest
<i>Stellaria graminea / palustris</i>	Same / Frucht	unverkohlt	21	2	1		5		12	1	Gras-/Sumpf-Sternmiere
<i>Trifolium arvense / campestre / dubium</i> -Typ	Same / Frucht	verkohlt	1				1				Hasen-, Feld- oder Kleiner Klee
<i>Veronica</i> sp.	Same / Frucht	verkohlt	1	1							Ehrenpreis
<i>Vicia</i> sp.	Same / Frucht	verkohlt	1				1				Wicke
<i>Viola</i> sp.	Same / Frucht	unverkohlt	2					2			Veilchen
Summe			21987	551	2092	154	7266	403	11396	125	

interessante Aspekte anhand quellenkundlich aufgeführter Verbindungen nach Norditalien. Im 13. Jahrhundert zählen die Messen der Champagne zu einem der wichtigsten Drehkreuze des internationalen Handels und westeuropäischen Geldverkehrs. Unter den Messebesuchern ragten insbesondere italienische Kaufleute hervor.⁶³ Aus dieser Zeit ist die Korrespondenz des italienischen Kaufmanns Andrea de' Tolomei bekannt, der als Vertreter der Gesellschaft der Tolomei in Siena von der Messe von Troyes in drei erhaltenen Briefen berichtet.⁶⁴ In den Handelsberichten wird unter anderem auch das Silber der deutschen Bergwerke erwähnt.⁶⁵ Bemerkenswert ist jedoch, dass Tolomei in seinem zweiten Brief aus dem Jahr 1265 es für angebracht hält, den Preis für Freiburger Silber⁶⁶ (Barrensilber), als allgemein bekannter und in bedeutenden Mengen gehandelter Artikel, seinen Landsleuten mitzuteilen.⁶⁷ Dies lässt eine geschäftliche Verbindung der Freiburger nach Italien vermuten, oder zumindest, dass den Norditalienern die Bergstadt Freiberg bereits im 13. Jahrhundert nicht gänzlich unbekannt gewesen war. Die Stadt Siena liegt nur rund 200 km südlich der Po-Ebene, wo in der Stadt Pavia einer der ältesten mittelalterlichen Belege von Reis nachgewiesen wurde (12. Jahrhundert).⁶⁸ Am Fundplatz Classe/Ravenna tritt Reis sogar im 8. bis 10. Jahrhundert auf.⁶⁹ Zudem sind in der zweiten Hälfte des 14. Jahrhunderts weitere finanzkräftige Verbindungen nach Italien zu einer florentinischen Familie, deren Name nicht überliefert ist, urkundlich zu fassen. Offenbar sicherte sich im Februar 1364 ein Augustin von Florenz die Anwartschaft auf die Freiburger Münze für 15 Monate.⁷⁰ Mit seinem Onkel und seinem Sohn erwarben die drei namentlich aufgeführten Florentiner das Münzamt in Freiberg und Rechte im Silberbergbau.⁷¹ Die Annahme, dass über diese kaufmännischen Verbindungen ebenso Reis aus Norditalien in die Bergstadt Freiberg gelangte, ist somit durchaus in Betracht zu ziehen.

Den Wohlstand der Benutzer von Latrine 17 zeigt zudem der ebenfalls importierte Schwarze Pfeffer (*Piper nigrum*) an, von dem einige kleine Fruchtwandfragmente gefunden werden konnten. Pfefferfunde sind im 13./14. Jahrhundert ebenfalls selten und werden mit einem luxuriösen Lebensstil in Zusammenhang gebracht.⁷² In den bereits aufgeführten brieflichen Warenbericht Andrea de' Tolomeis von der Messe in Troyes ist weiter zu entnehmen, dass der Preis für Pfeffer anderen aufgeführten Artikeln vorangestellt ist, was deren hohe Bedeutung als Handelsgut vermuten lässt.⁷³

Unter dem reichhaltigen Obst- und Nusspektrum findet sich mit der Feige (*Ficus carica*) eine weitere, sicherlich importierte Art. Es ist davon auszugehen, dass Feigen aus dem Mittelmeerraum eingehandelt worden sind, da die Feige als Trockenobst eine große Rolle in der damaligen Küche beim Süßen von Speisen spielte und der Bedarf an Feigen sicherlich nicht durch einen heimischen Anbau gedeckt werden konnte. Eine weitere interessante Art aus den Freiburger Latrinen ist die Gurke (*Cucumis sativus*). Da Funde von Gurkensamen in mittelalterlichen Ablagerungen in Polen und Tschechien regelhaft vorkommen, dagegen in zeitgleichen, zum Beispiel karolingischen Befunden Westeuropas des archäobotanisch gut untersuchten Rheinlands fehlen, wird dieser Gemüsepflanze bei den Slawen eine große Bedeutung beigemessen. Auch der Name „Gurke“ hat einen slawischen Ursprung: polnisch ‚ogórek‘; tschechisch ‚okurka‘. Gurken sind ursprünglich nicht in Europa heimisch; ihr vermutlich wilder Vorfahre *Cucumis sativus* ssp. *hardwickii* soll am Fuß des Himalayas, in Teilen Indiens und auf der arabischen Halbinsel verbreitet sein. Die Gurke wurde wahrscheinlich schon 3000 v. Chr. in Indien in Kultur genommen. Mit den Römern gelangten Gurken auch in die Gebiete nördlich der Alpen.⁷⁴

Die restlichen in Freiberg nachgewiesenen Kulturpflanzen finden sich in zeitgleichen Ablagerungen häufig: Die einzige in Freiberg nachgewiesene Hülsenfrucht ist die Erbse. Reste von unverkohnten Hülsenfrüchten fehlen in Feuchtablagerungen meist, da die Samen im Wasser

63 Schaub 1897, 249

64 „[...] als Zeugnis seiner geschäftlichen Tätigkeit daselbst ist ein Fragment seiner kaufmännischen Correspondenz, bestehend aus drei Briefen, die er in den Jahren 1262–1269 an die Gesellschaft der Tolomei in Siena gerichtet hat, auf uns gekommen“ (Schaube 1897, 251).

65 Schaub 1897, 248.

66 Die Annahme, dass es sich bei „Ariento di Fribor-gho“ auch um Silber aus Freiburg handeln könnte ist eher unwahrscheinlich. Als Silbermarkt war Freiburg im Breisgau vor dem 14. Jahrhundert wohl nur von geringer Bedeutung, als es im Vergleich für die Bergstadt Freiberg anzunehmen ist (Spufford 1988, 113).

67 Schaub 1897, 290; Andrea de' Tolomei 1265, 57.

68 Castelletti 1978; Wiethold 1995, 138 f.

69 Agenti u.a. 2006.

70 Weissen 2006, 373 f.

71 „Im Folgenden Juni wurden muncze und urbar czu Friberg an diesen Agostino und seinen Onkel Niccolò übertragen. Bis im April 1368 sind Augustin und sein Sohn Donato nicht Münzpächter, sondern Inhaber eines befristeten Amtes, das sie ‚fast zwangsläufig‘ die Funktion von landesherrlichen Finanziers‘ ausüben ließ. Immer wieder mussten sie den Markgrafen große Summen vorstrecken, welche wegen landesherrlichen Anweisungen von Geldern aus der Münze an Gläubiger hatten bezahlt werden müssen. Darüber hinaus hatten sie einen großen Einfluss auf die Einnahmen aus den großen Silbervorkommen und übten ‚eine allgemeine Kontrolle über das Montanwesen aus‘“ (Weissen 2006, 374).

72 Alsleben 2007, 28

73 Schaub 1897, 274 f.

74 Körber-Grohne 1994, 302 f.; Strank/Meurers-Balke 2008, 80.

aufquellen, zerreißen und im Fundgut nicht mehr auffindbar sind. An Öl- und Faserpflanzen sind Lein, Schlafmohn,⁷⁵ Leindotter (*Camelina sativa*) und Hanf (*Cannabis sativa*) belegt. Hanf und Schlafmohn könnten zum Beispiel als Zusatz in Backwaren gedient haben. Gemüsepflanzen und Gewürze sind Aufsteigender Fuchsschwanz (*Amaranthus blitum*), Dill (*Anethum graveolens*), Echter Sellerie (*Apium graveolens*), Gartenmelde (*Atriplex hortensis*), Runkelrübe (*Beta vulgaris*), Schwarzer Senf (*Brassica nigra*), Kümmel (*Carum carvi*), Pastinak (*Pastinaca sativa*), Petersilie (*Petroselinum crispum*). Als Bierwürze kämen Hopfen (*Humulus lupulus*) und Schwarzes Bilzenkraut (*Hyoscyamus niger*) in Frage.

Die Vielzahl nachgewiesener Wildpflanzen stammt hauptsächlich von Äckern, Gärten und ruderalen Flächen (lat. ‚rudera‘ = Schutt) in und um das damalige Freiberg. Die Ackerunkräuter kamen wohl mit dem Erntegut in die Siedlung und stammen entweder von den Wintergetreidefeldern oder aus Kulturen mit Sommerfrüchten, einschließlich Hackfruchtkulturen und Gärten. Ferner fanden sich in den Proben Reste der Ökogruppen „Trittrasen“, „Ruderalen Arten trockener Standorte“, „Grünland“, „Röhricht/Großseggenried/Schlammufer“ und „Wald, Schläge, Waldränder, Hecken und Gebüsch“, die entsprechende Standorte in und um das mittelalterliche Freiberg belegen (Tabelle 1).

Die archäobotanischen Untersuchungen in Dippoldiswalde und Freiberg erbrachten ein sehr reichhaltiges Pflanzenspektrum, welches uns erlaubt, Aussagen zu Ernährungsgewohnheiten der Bergleute und Bewohner als auch zu Standorten in und um die beiden Bergstädte zu treffen. Die nachweisbaren Nutzpflanzen wie auch die weiteren Funde, zum Beispiel Knochen, Fisch- und Flusskrebbsreste, deuten auf eine ausgewogene Ernährung und recht abwechslungsreiche Küche der Bergleute bereits im 12. und 13. Jahrhundert. Insbesondere der frühe Nachweis von Reis in der ersten Hälfte des 13. Jahrhunderts und andere exklusive Importwaren wie Schwarzer Pfeffer und Feige zeigen zudem den beträchtlichen Wohlstand einiger Freiburger Bürger, der sicherlich im unmittelbaren Zusammenhang mit der rasanten Steigerung des Finanzvermögens der Bergstadt durch den Silberbergbau steht.

Ch. H. & M. S.

75 Samen von Schlafmohn sind fast alle fragmentiert, was eine mechanische Belastung, zum Beispiel ein Zerkauen der Samen belegt. Außerdem lässt sich aus Schlafmohnsamen Öl pressen.

Dipl.-Arch. Matthias Schubert
Landesamt für Archäologie Sachsen
Abteilung archäologische Bodendenkmalpflege
Zur Wetterwarte 7, D-01109 Dresden
matthias.schubert@lfa.sachsen.de

Dr. Christoph Herbig
Am Dorf 12, D-63517 Rodenbach
herbig.archaeobot@gmx.de

Literatur

- Andrea de' Tolomei 1265 – VII. Lettera di Andrea de' Tolomei, da Troyes, a messer Tolomeo e agli ... 1265; in: Lettere volgari del Secolo XIII, Scritte da Senesi. Bologna 1871.
- Agricola, Georg: De re metallica libri XII. Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen, übers. v. Carl Schiffner. Berlin 1928.
- Alper, Götz: „Johanneser Kurhaus“. Ein mittelalterlicher Blei-/Silbergewinnungsplatz bei Clausthal-Zellerfeld im Oberharz (Materialhefte zur Ur- und Frühgeschichte Niedersachsens 32). Rahden 2003.
- Alsleben, Almuth: Food consumption in the Hanseatic towns of Germany; in: Karg, Sabine (Hrsg.): Medieval Food Traditions in Northern Europe (Studies in Archaeology and History 12). Kopenhagen 2007, 13–37.
- Agenti, Andrea/Bondi, Mila/Carra, Marialetizia/Girelli, Enrico/Malaguti, Cecilia/Rizzi, Maddalena: Indagini archeologiche a Classe (scavi 2004). Primi risultati sulle fasi di età altomedievale e dati archaeobotanici; in: Francovich, Riccardo/Valenti, Marco (Hrsg.): IV Congresso di Archeologia Medievale, Abbazia di San Galgano, 26–30 settembre 2006. Florenz 2006, 124–131.

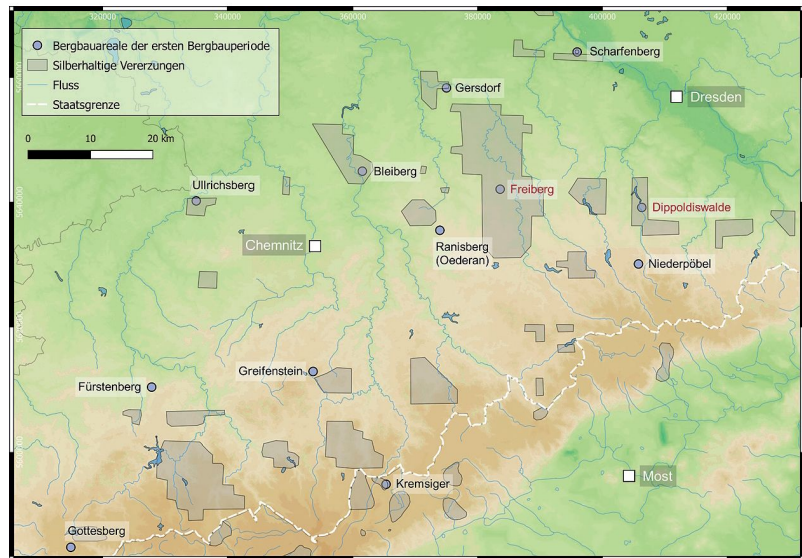
- Bachmann, Hans-Gert: Zur frühen Blei- und Silbergewinnung in Europa; in: Steuer, Heiko/ Zimmermann, Ulrich (Hrsg.): *Montanarchäologie in Europa (Archäologie und Geschichte 4)*. Sigmaringen 1993, 29–36.
- Bailly-Maitre, Marie-Christine: Extraction and treatment of lead and silver ore in the Middle Ages (12th–14th centuries); in: Smolnik 2011, 215–222.
- Bartels, Christoph/Hemker, Christiane: Silberbergbau im Mittelalter. *Montanarchäologische Forschung in Deutschland*; in: Smolnik 2014a, 27–38.
- Cappers, René T. J./Bekker, Renée M./Jans, Judith E. A.: *Digitale Zadenatlas van Nederland (Groningen archaeological studies 4)*. Groningen 2006.
- Castelletti, Lanfredo: Resti vegetali macroscopici del XII secolo nella Torre Civica di Pavia; in: *Medievale* 5, 1978, 239–248.
- Dahm, Claus/Lobbedey, Uwe/Weisgerber, Gerd: Der Altenberg. Bergwerk und Siedlung aus dem 13. Jahrhundert im Siegerland (*Denkmalpflege und Forschung in Westfalen 34*). Bonn 1998.
- Derner, Kryštof/Hrubý, Petr/Schubert, Matthias: Mittelalterliche Silberproduktion im wettinischen und premyslidischen Regierungsraum. *Neue archäologische Untersuchungen*; in: *Der Anschnitt* 68, 2016, Heft 6, 216–241.
- Ercker, Lazarus: Das Kleine Probierbuch von 1556. Vom Rammelsberge, und dessen Bergwerk, ein kurzer Bericht von 1565. Das Münzbuch von 1563, bearb. u. eingel. v. Paul Reinhard Beierlein, hrsg. v. Heinrich Winkelmann. Bochum 1968.
- Eckstein, Kerstin/Hauptmann, Andreas/Rehren, Thilo/Richter, Uwe/Schwabenicky, Wolfgang: Hochmittelalterliches Montanwesen im Erzgebirge und seinem Vorland; in: *Der Anschnitt* 46, 1994, 114–132.
- Fritzsche, Karl Ewald: Der Bergmann in den Kuttenger Miniaturen; in: *Der Anschnitt* 19, 1967, 2–39.
- Goldenberg, Gert: Prähistorische Kupfergewinnung aus Fahlerzen der Lagerstätte Schwaz-Brixlegg im Unterinntal, Nordtirol; in: Stöllner, Thomas/Thomas, Peter (Hrsg.): *Bergauf bergab. Eine Zeitreise durch 10 000 Jahre Bergbau in den Ostalpen. Ausst.-Kat. Bochum (Veröffentlichungen aus dem Deutschen Bergbau-Museum Bochum 206)*. Rahden 2015, 151–163.
- Herbig, Christoph: Archäobotanik in sächsischen Burgen. Großrestuntersuchungen in Pirna und Meißen. *Neue Ergebnisse zur Ernährung und Ackerbau im Hochmittelalter*; in: *Ausgrabungen in Sachsen* 3, 2012, 200–202.
- Herbig, Christoph: Alles alter Mist? Archäobotanische Untersuchungen an mittelalterlichen Kulturschichten in Oschatz, Landkreis Nordsachsen; in: *Ausgrabungen in Sachsen* 4, 2013 (2014), 309–314.
- Herbig, Christoph: Von Bauhölzern, Vorräten und Tierhaltung: Archäobotanische Untersuchungen bei den Stadtkerngrabungen im Nordwesten der Leipziger Innenstadt; in: Rodekamp, Volker/Smolnik, Regina (Hrsg.): *1015. Leipzig von Anfang an. Begleitband zur Ausstellung des Stadtgeschichtlichen Museums. Leipzig 2015*, 86–91.
- Herbig, Christoph: Archäobotanische Großrestuntersuchungen in der Altstadt von Torgau: Grabung TG-127. *Ernährung und Pflanzengesellschaften im Hochmittelalter*; in: *Ausgrabungen in Sachsen* 5 (Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege, Beiheft 31). Dresden 2016, 335–342.
- Hrubý, Petr: Jihlava – Stare Hory. Archeologický výzkum stredovekého dŕlniho, upravnickeho a obytného areálu v letech 2002–2006. *Príspevek ke štúdiu stredovekého rudného horníctví. (Jihlava – Stare Hory [Iglau – Altenberg]. Archäologische Ausgrabungen des mittelalterlichen Bergbau-, Aufbereitungs- und Siedlungsplatzes in den Jahren 2002–2006. Zum Studium des mittelalterlichen Erzbergbaus)* (Dissertationes Archaeologicae Brunenses/Pragensesque 9). Prag/Brünn 2011.
- Hrubý, Petr/Hejhal, Petr/Hoch, Aleš/Kočár, Petr/Malý, Karel/Macháňová, Lenka/Petr, Libor/Štelcl, Jindřich: Středověký úpravnický a hornický areál Cvilínka u Černova na Pelhřimovsku (Das mittelalterliche Aufbereitungs- und Bergbauareal Cvilínka bei Černov in der Gegend Pelhřimov); in: *Památky archeologické* 103, 2012, 339–418.
- Hrubý, Petr/Malý, Karel/Lajtkepová, Pavla: Zmizelý svět středověkého horníctví na Českomoravské vrchovině. *Ausst.-Kat. Iglau 2015*.
- Hrubý, Petr/Malý, Karel/Schubert, Matthias: Metallurgische Funde aus der Bergbausiedlung in Dippoldiswalde – Roter Hirsch; in: Smolnik 2015, 245–257.
- Jacomet, Stefanie/Brombacher, Christoph/Dick, Martin: *Archäobotanik am Zürichsee (Berichte der Zürcher Denkmalpflege, Monographien 7)*. Zürich 1989.
- Klappauf, Lothar: *Montanarchäologie im Westharz*; in: Smolnik 2011, 169–178.
- Knörzer, Karl-Heinz: *Geschichte der synanthropen Flora im Niederrheingebiet (Rheinische Ausgrabungen 61)*. Mainz 2007.
- Kočár, Petr/Kočárová, Romana/Petr, Libor/Crkal, Jiří/Derner, Kryštof/Lissek, Petr: Pflanzenreste aus den hochmittelalterlichen Bergbaustandorten im Erzgebirge; in: Smolnik 2014b, 119–135.
- Körber-Grohne, Udelgard: *Nutzpflanzen in Deutschland*. Stuttgart 1994.
- Lammers, Dieter: Das karolingisch-ottonische Buntmetallhandwerker-Quartier auf dem Plettenberg in Soest (Soester Beiträge zur Archäologie 10). Soest 2009.
- Matějková, Eva: Das Titelblatt aus dem Kuttenger Kanzonele und das Einzelblatt aus der Werkstatt des Meisters Mathaeus „Illuminator“. *Neue Erkenntnisse zur Frühzeit des Kuttenger Montanwesens*; in: *Der Anschnitt* 63, 2011, 207–222.
- Rehren, Thilo: *Tiegelmetallurgie. Tiegelprozesse und ihre Stellung in der Archäometallurgie. Habil. Freiberg 1997, Ms.*
- Rehren, Thilo/Klappauf, Lothar: ... ut oleum aquis. Vom Schwimmen des Silbers auf Bleiglätte; in: *Metalla, Forschungsberichte des Deutschen Bergbau-Museums* 2, 1995, Heft 1, 19–28.
- Oberdorfer, Erich: *Pflanzensoziologische Exkursionsflora*. Stuttgart 2001.
- Schaube, Adolf: Ein italienischer Coursbericht von der Messe von Troyes aus dem 13. Jahrhundert; in: *Zeitschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte* 5, 1897, 248–308.

- Scholz, Volkmar: Versuch einer beschreibenden Rekonstruktion der Bergbautechniken und Abbautechnologien im hochmittelalterlichen Bergbau von Dippoldiswalde [Pokus o popisnou rekonstrukci hornických technologií a technologií těžby ve vrcholně středověkém dolu v Dippoldiswalde]; in: Smolnik 2013, 237–248.
- Schröder, Frank: Die montanarchäologischen Ausgrabungen in Niederpöbel (2011–2013). Befunde und Ergebnisse; in: Smolnik 2015, 23–150.
- Schubert, Matthias: Buntmetallurgische Werkstätten in mittelalterlichen Bergbaustädten im Erzgebirge; in: Ressourcen (Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit 29). Paderborn 2016, 161–174.
- Schubert, Matthias/Bertuch, Matthias/Herbig, Christoph/Hrubý, Petr/Malý, Karel: Schlegelschall und Rauch. Neue Erkenntnisse aus Freibergs Oberstadt; in: Ausgrabungen in Sachsen (Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege, Beiheft 31). Dresden 2016, 386–406.
- Schubert, Matthias/Wegner, Matthias: Die Grabung Roter Hirsch – Hochmittelalterliche Wohn- und Werkstätten der Dippoldiswalder Bergleute; in: Smolnik 2015, 207–244.
- Schubert, Matthias/Wegner, Matthias/Herbig, Christoph: Die Grabung Roter Hirsch. Erste Ergebnisse zur hochmittelalterlichen Siedlung der Dippoldiswalder Bergleute; in: Smolnik 2014b, 195–208.
- Schwabenicky, Wolfgang: Der mittelalterliche Silberbergbau im Erzgebirgsvorland und im westlichen Erzgebirge unter besonderer Berücksichtigung der Ausgrabungen in der wüsten Bergstadt Bleiberg bei Frankenberg. Chemnitz 2009.
- Schwabenicky, Wolfgang: Mittelalterlicher Silberbergbau in Sachsen: Forschungsgrad, Probleme, Fragestellungen; in: Smolnik 2011, 7–36.
- Smolnik, Regina (Hrsg.): Aufbruch unter Tage. Stand und Aufgaben der montanarchäologischen Forschung in Sachsen (Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege, Beiheft 22). Dresden 2011.
- Smolnik, Regina (Hrsg.): ArchaeoMontan 2012. Erkunden, Erfassen, Erforschen (Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege, Beiheft 26). Dresden 2013.
- Smolnik, Regina (Hrsg.) (2014a): Silberrausch und Berggeschrey. Archäologie des mittelalterlichen Bergbaus in Sachsen und Böhmen. Ausst.-Kat. Dresden 2014.
- Smolnik, Regina (Hrsg.) (2014b): ArchaeoMontan 2014. Ergebnisse und Perspektiven (Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege, Beiheft 29). Dresden 2014.
- Smolnik, Regina (Hrsg.): ArchaeoMontan 2015. Montanarchäologie im Osterzgebirge Arbeits- und Forschungsberichte zur sächsischen Bodendenkmalpflege, Beiheft 30). Dresden 2015.
- Spufford, Peter: Money and its Use in Medieval Europe. Cambridge 1993 (1988).
- Strank, Karl Josef/Meurers-Balke, Jutta (Hrsg.): Obst, Gemüse und Kräuter Karls des Großen. Mainz 2008.
- Tolksdorf, Johann Friedrich/Eilburg, Rengert/Hönig, Heide/Knapp, Hannes: Geomontanarchäologie. Konzepte und Erfahrungen aus dem Bergbauareal von Niederpöbel; in: Smolnik 2015, 189–200.
- Weissen, Kurt: Florentiner Kaufleute in Deutschland bis zum Ende des 14. Jahrhunderts; in: Irsigler, Franz (Hrsg.): Zwischen Maas und Rhein. Beziehungen, Begegnungen und Konflikte (Trierer historische Forschungen 61). Trier 2006, 363–401.
- Westphal, Thorsten/Heußner, Karl-Uwe: Zum Stand der dendrochronologischen Untersuchungen an den Hölzern aus den mittelalterlichen Bergwerken von Dippoldiswalde; in: Smolnik 2013, 109–117.
- Westphal, Thorsten/Heußner, Karl-Uwe/Herbig, Christoph: Holz am Berg – Holz im Bergwerk; in: Smolnik 2014b, 243–256.
- Wiethold, Julian: Reis, Pfeffer und Paradieskorn. Pflanzenreste des 16. und 17. Jahrhunderts aus der Kloake der Patrizierfamilie von Dassel aus Lüneburg; in: Archäologie und Bauforschung in Lüneburg 1. Lüneburg 1995, 129–166.
- Zohary, Daniel/Hopf, Maria: Domestication of Plants in the old World. The origin and spread of cultivated plants in West Asia, Europa and the Nile Valley. Oxford/New York 2012.

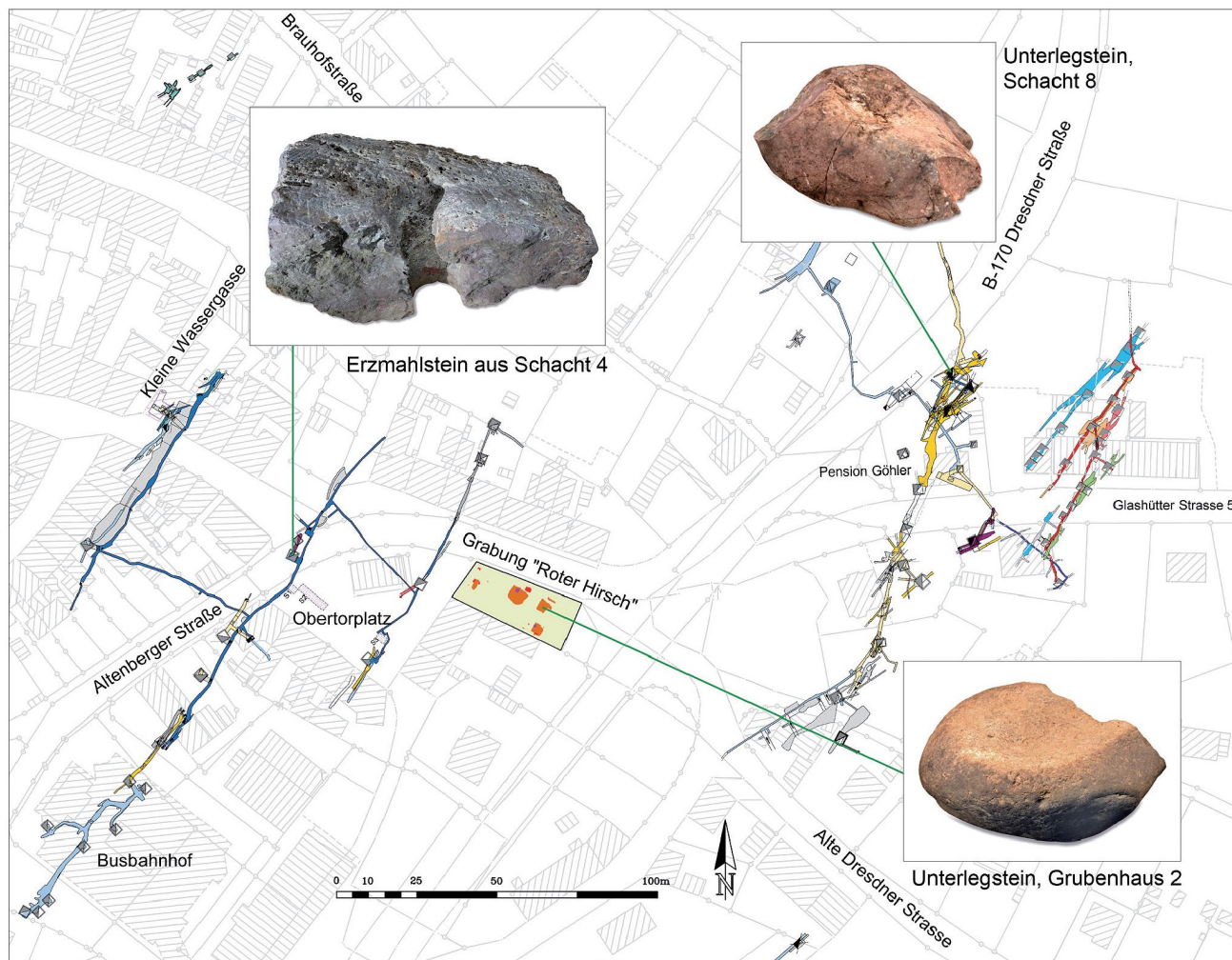
Abbildungsnachweis

- Abbildung 1: gesamtes Titelblatt in der Kunstgalerie der Region Mittelböhmen (GASK - Galerie Středočeského kraje) in Kuttenberg
- Abbildung 2 und 3: M. Schubert, LfA Sachsen
- Abbildung 4: Ch. Herbig
- Abbildung 5: M. Schubert, LfA Sachsen; Kartengrundlage: naturalearthdata.com
- Farbtafel 2,1: M. Schubert, LfA Sachsen (Karte), zum Teil auf Grundlage von Geodaten © Staatsbetrieb Geobasisinformation und Vermessung Sachsen (GeoSN)
- Farbtafel 2,2: H. Hönig/M. Schubert, LfA Sachsen; Grundlage: Markscheiderisches Aufmaß: Dipl.-Ing. U. Klöden, Ingenieurbüro für Consulting und Vermessung, Freiberg
- Farbtafel 3,1: M. Schubert, LfA Sachsen; Kupelle aus Agricola 1928
- Farbtafel 3,2: M. Schubert, LfA Sachsen auf Grundlage der Analyseergebnisse der HfBK Dresden, Labor für Archäometrie
- Tabelle 1: Ch. Herbig

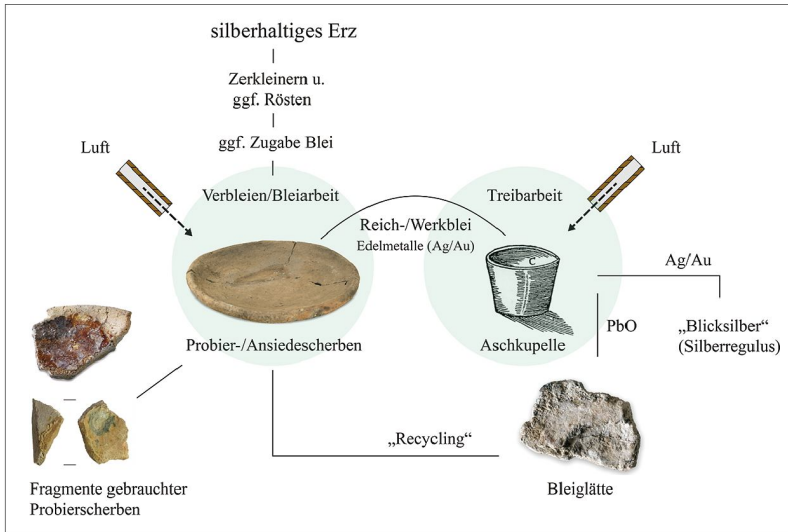
Matthias Schubert & Christoph Herbig: Buntmetallurgische Prozesse aus mittelalterlichen Bergbausiedlungen im internationalen Vergleich mit einem Ausblick auf die (exquisiten) Ernährungsgewohnheiten der Dippoldiswalder und Freiburger Bergleute



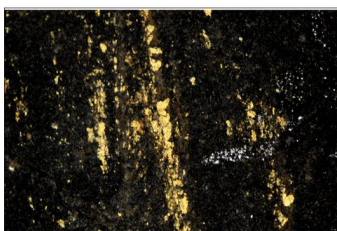
1: Kartierung der wichtigsten Bergbauareale der ersten Bergbauperiode in Sachsen (12.–14. Jahrhundert) mit den beiden Bergstädten Freiberg und Dippoldiswalde (jeweils rot markiert).



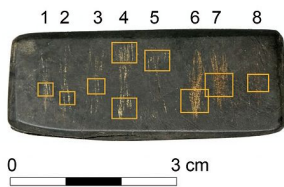
2: Dippoldiswalde. Lageplan der Grabungsfläche „Roter Hirsch“ inmitten hochmittelalterlicher Grubenbaue (beispielsweise Alt-abbau Strecken, Tageschächte) mit Kartierung von Funden der Erzaufbereitung (Erzmahlstein und Unterlegsteine).



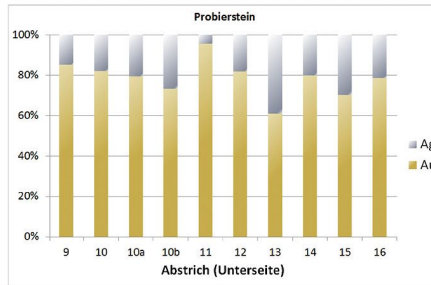
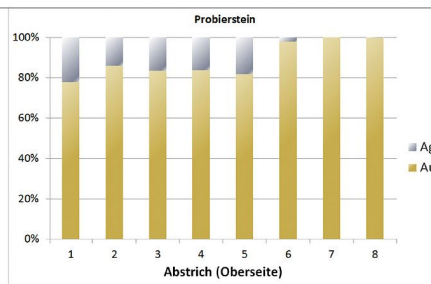
1: Schema Probierprozess auf Grundlage von archäologischen und naturwissenschaftlichen Ergebnissen der Grabung „Roter Hirsch“ in Dippoldiswalde. Fragment Probiergefäß (oben links) und Bleiglätte aus Dippoldiswalde („Roter Hirsch“); Fragment Probiergefäß (unten links) aus Freiberg („Am Marstall/Nonnengasse“); Ansiedescherben aus Freiberg (Enge Gasse 10).



Messstelle 1, REM, Auflicht – Dunkelfeld, Bildbreite: 1,4 mm.



Probierstein, Oberseite mit Markierungen der untersuchten Abstriche



2: Freiberg, „Am Marstall/Nonnengasse“. Probierstein mit makroskopisch erkennbaren Metallabstrichen (Gold-Silber-Legierungen) und Ergebnissen der REM-EDX-Analyse, Mittelwerte der Metallabstriche auf der Unter- und Oberseite des Probiersteins (insgesamt 16 Abstriche). Gehalte normiert Au+Ag=100%.